



THE UNIVERSITY *of* EDINBURGH

Edinburgh Research Explorer

Diagramas

Citation for published version:

Paredes Maldonado, M 2015, 'Diagramas: Sistemas generativos de gran escala', *EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica*, no. 25, pp. 168-179. <https://doi.org/10.4995/ega.2015.1287>

Digital Object Identifier (DOI):

[10.4995/ega.2015.1287](https://doi.org/10.4995/ega.2015.1287)

Link:

[Link to publication record in Edinburgh Research Explorer](#)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Published In:

EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica

Publisher Rights Statement:

©Paredes Maldonado, M. (2015). Diagrams as large-scale generative systems. Revista EGA.

General rights

Copyright for the publications made accessible via the Edinburgh Research Explorer is retained by the author(s) and / or other copyright owners and it is a condition of accessing these publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

Take down policy

The University of Edinburgh has made every reasonable effort to ensure that Edinburgh Research Explorer content complies with UK legislation. If you believe that the public display of this file breaches copyright please contact openaccess@ed.ac.uk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



DIAGRAMAS: SISTEMAS GENERATIVOS DE GRAN ESCALA

DIAGRAMS AS LARGE-SCALE GENERATIVE SYSTEMS

Miguel Paredes Maldonado

doi: 10.4995/ega.2015.1287

Este artículo persigue, por una parte, determinar las características que definen aquellos modos de proyectar apoyados en el empleo de diagramas gráficos con cualidades generativas. Por otra parte, pretende clarificar los aspectos metodológicos relacionados con la inserción de técnicas diagramáticas dentro del ámbito más amplio de los procesos del proyectar arquitectónico. Bajo este marco conceptual, el artículo analiza tres proyectos contemporáneos en los que las técnicas gráficas diagramáticas, apoyadas en el uso de las tecnologías digitales, adquieren un papel protagonista en la definición de ámbitos espaciales de escala urbana.

PALABRAS CLAVE: DIAGRAMA.
TOPOLOGÍA. PROCESO. GRAN ESCALA

This article aims, on the one hand, to determine the defining characteristics of those approaches to design that are mainly based on the use of graphic diagrams with generative capabilities. On the other hand, it also attempts to clarify the methodological aspects of the insertion of graphic diagramming techniques within the broader field of architectural design processes. Using this conceptual framework, this article also analyzes three contemporary projects in which, supported by the use of digital technologies, graphic diagramming techniques play a critical role in the definition of spatial experiences at the urban scale.

KEYWORDS: DIAGRAM. TOPOLOGY.
PROCESS. LARGE SCALE



1. Aaron Koblin, 2006. Flight Patterns. Mapa como paisaje de datos
2. Khan-Magovedov, 1987. Esquemas de implantación del plan Soviet RSFSR. (Des-urbanizado, Descentralizado, A-centralizado, Disperso). Diagrama generativo de relaciones

1. Aaron Koblin, 2006. Flight Patterns. Map as a landscape of data
2. Khan-Magovedov, 1987. Implementation schemes of the Soviet RSFSR plan (De-urbanised, De-centralised, A-centralised, Disperse). Relational, generative diagrams

A lo largo de las tres últimas décadas hemos visto surgir diversas estrategias proyectivas apoyadas en el cruce de estructuras de índole gráfico, procedentes de otras disciplinas artísticas o científicas, con la paleta de códigos y metodologías gráficas tradicionalmente empleadas en el proyecto de Arquitectura.

Lejos de constituir un conjunto de técnicas proyectuales unificadas, las metodologías, los objetivos y los resultados de estas estrategias experimentales son extremadamente diversos.

De todas las líneas de trabajo trazadas durante este periodo, este artículo se ocupa de aquellas caracterizadas, por una parte, por una progresiva articulación del concepto de “diagrama” como límite de la dualidad arquitectura / representación y, por la otra, por la aplicación de este marco conceptual a los problemas proyectuales derivados de las intervenciones urbanas de gran escala.

Definición operativa de Diagrama

En los términos que conciernen a la Arquitectura, un diagrama es un dispositivo gráfico de organización, que

emplea medios visuales para comprimir información en forma de situaciones consolidadas, técnicas, tácticas o funciones. Su interés radica en que este ensamblaje de información comprimida admite una infinita multiplicidad de lecturas (Van Berkel y Bos, 1999), y por lo tanto ofrece otros tantos efectos organizativos potenciales.

Además, y a diferencia de un mapa, un diagrama no constituye una simple representación de una realidad compleja. Mientras que un mapa establece una relación codificada de correspondencia entre un sistema (fuente) y otro (el mapa en sí), un diagrama es una abstracción que simultáneamente representa y genera una realidad compleja. La diferencia clave reside, por lo tanto, en la reversibilidad de la operación de abstracción. En el caso de un diagrama debería ser posible generar una condición real a partir de él. En otras palabras, un diagrama debería ser siempre generativo ¹ (Solomon, 2007). En sintonía con estas distinciones, podemos afirmar también que un mapa produce “forma”, mientras que un diagrama da lugar a “organización”.

Este entendimiento del diagrama como un sistema generativo entronca

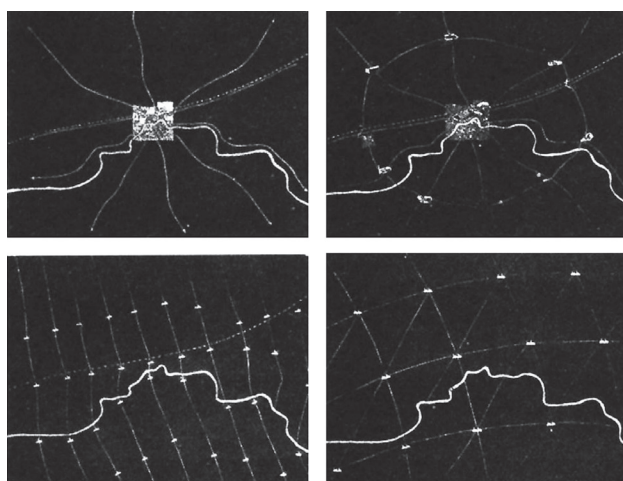
During the last three decades we have witnessed the emergence of multiple projective strategies based on the hybridisation of graphic systems originated in artistic and scientific fields with the traditional palette of codes and techniques traditionally associated with Architecture. These strategies cannot be considered as a unified set of techniques, since their respective methodological approaches, objectives and outputs are extremely diverse. Hence this paper is specifically focused on one single strand of the body of work produced during the aforementioned period. This strand is grounded on the notion of ‘diagram’, which is understood as a tool operating at the conceptual boundary that distinguishes architecture and representation. Moreover, this strand is primarily concerned with the implementation of its conceptual framework at the projective scale of urban interventions.

Diagrams: an operative definition

In the context of Architecture as a discipline, we can assume that a diagram is simply a graphic tool with organisational capabilities. Diagrams use visual means to compress information, shaping it as consolidated situations, techniques, tactics or functions. The relevance of diagrams lies in the fact that the resulting assemblages of information can be read (or, more precisely, decoded) in a multiplicity of manners (Van Berkel and Bos, 1999). This, in turn, suggests that a multiplicity of potential organisations can be obtained as possible outputs of the decoding operation.



1



2

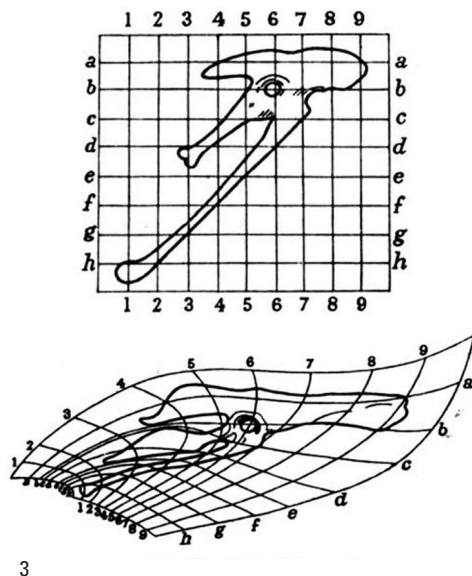


Diagrams differ from maps in the fact that they are not simply a representation of a more or less complex reality. Whereas mapping operations establish a linear relationship of codification between one system (source) and another system (map), a diagram can simultaneously represent and generate a complex reality. Therefore, the critical difference lies in the capability of diagrams to revert the abstracting operations performed by mapping. A diagram should always be able to act as a generator of real conditions. In other words, to be considered as such, a diagram must be generative **1** (Solomon, 2007). In tune with these distinctions, we could argue that, whereas maps produce 'forms', diagrams give rise to 'organisations'.

This interpretation of the diagram as a generative system is directly linked to Gilles Deleuze's work on the notions of topologic space and metric space. Metric spaces are characterised by the fact that certain characteristics of objects –such as 'length' and 'area'– remain invariant (unchanged throughout any geometric operations that affect them) whereas in topologic spaces the characteristics that remain invariant are the number of dimensions of the space itself, as well as its degree of connectivity (Deleuze and Guattari, 2004, pp.484-506). Hence, a topologic system does not have a specific scale, but can rather be defined as a network of connections and relations between points. In tune with this, it can be argued that any architectural diagram with generative capabilities should necessarily be topologic since, rather than aiming at the production of a specific form, it defines an abstract organisation that can potentially yield a multiplicity of material outputs (Reiser and Umemoto, 2006, p.46).

Once the notion of diagram is invested with both topologic and generative capabilities, we can extend its characterisation by pointing out its three most relevant qualities:

- The development of any diagram is necessarily an action deployed over time, inserted into a broader context in which matter is considered to be in a perpetual state of animation –a sort of dynamic, activated flow– (Kwinter, 2002, pp.6-9). In other words, a diagram always has a temporal dimension, which allows it to become generative. Once activated by a temporal flow, a diagram can unchain multiple processes of progressive formal differentiation in which its original set of topologic, invariant relations remain unchanged,



3

directamente con el trabajo de Gilles Deleuze en relación a las nociones de espacio topológico y espacio métrico. Mientras que en los espacios métricos las nociones de “longitud” o “área” permanecen inalteradas a lo largo de las operaciones geométricas que tienen lugar en ellos, en los espacios topológicos los invariantes son la dimensionalidad del espacio y su conectividad (Deleuze y Guattari, 2004, pp.484-506). Un sistema topológico no posee escala, pero sí una red de conectividades y relaciones entre puntos. Por ello, un diagrama arquitectónico con cualidades generativas es necesariamente topológico en la medida en que, por encima de la producción de una forma específica, determina una estructura organizativa abstracta que puede materializarse de muchas maneras diferentes (Reiser y Umemoto, 2006, p.46).

Una vez que asumimos la doble condición topológica y generativa del diagrama, podemos entenderlo como un mecanismo que posee tres cualidades distintas:

1. Su desarrollo se produce inevitablemente desplegado en el tiempo, en un contexto en el que la materia se considera animada a modo de flujo dinámico y permanentemente activado (Kwinter, 2002, pp.6-9). Un diagrama siempre posee una dimensión tempo-

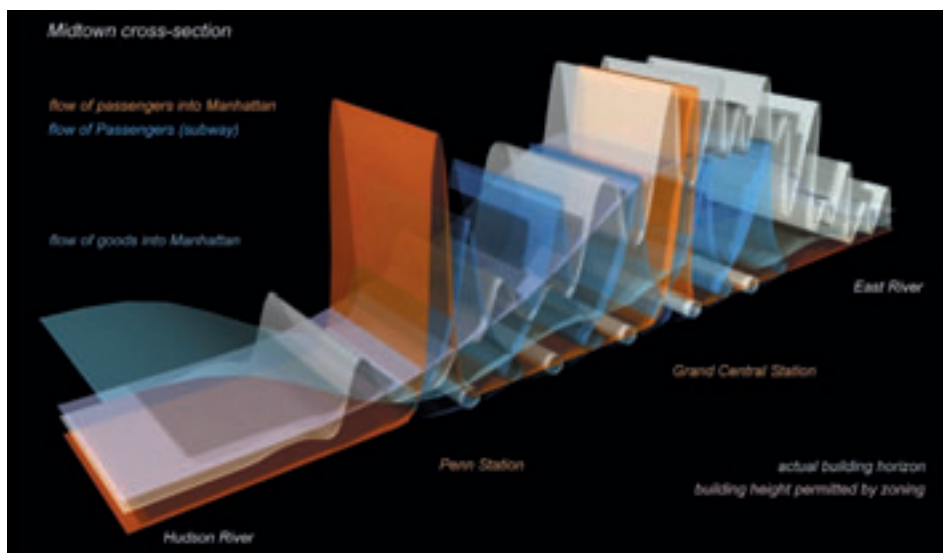
3. D'Arcy Wentworth, 1917. Sistema topológico de transformación de la forma

3. D'Arcy Wentworth, 1917. Topologic systems of form transformation

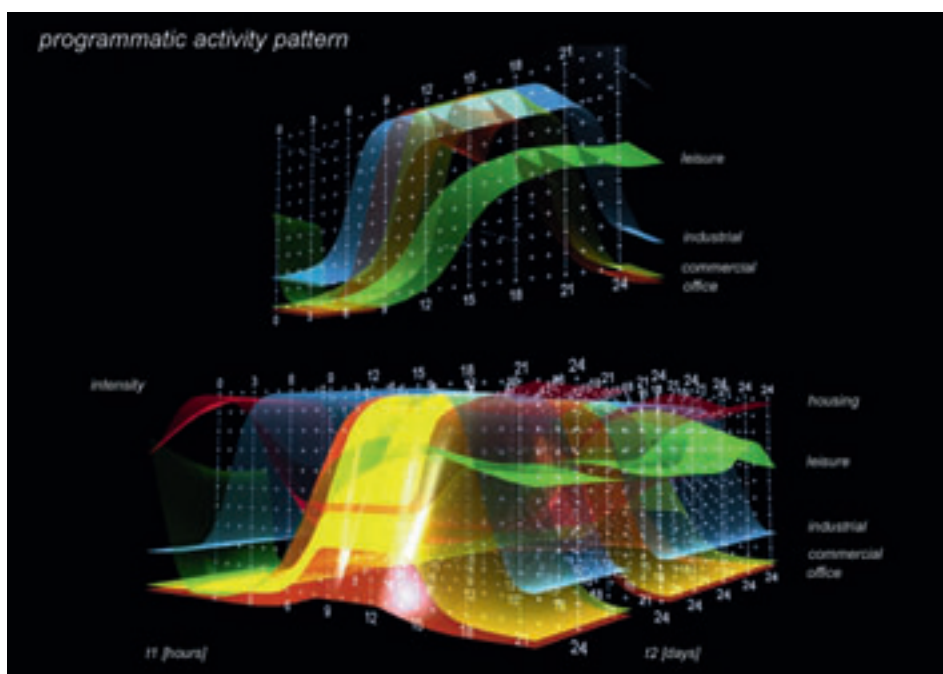
ral, que es precisamente la que permite que sea generativo. Animado por este flujo temporal, un diagrama puede desencadenar procesos de diferenciación formal progresiva, que mantienen las relaciones invariantes originales pero incorporan diferentes conjuntos de dimensiones métricas, dando lugar a distintas instancias materiales a partir de un mismo diagrama topológico original. (Reiser y Umemoto, 2006, p.116)

De este modo, un diagrama topológico se sitúa en un ámbito virtual, esto es, constituye un principio formativo abstracto pero plenamente real en cuanto a que ocupa el mismo nivel ontológico que sus productos. Éstos productos simplemente constituyen posibles actualizaciones materiales del diagrama, y van emergiendo del mismo a través de procesos encadenados de diferenciación progresiva. (De Landa, 2010).

2. El proceso generativo desencadenado por el diagrama adquiere escala y tamaño –que son cualidades métricas– al ser aplicado sobre organizaciones materiales determinadas. Sin embargo, la organización de este proceso se regula de forma no métrica, por medio de gradientes –de diferencias entre varios niveles de intensidad– que constituyen el material que define y relaciona de forma topológica el propio diagrama. (Reiser y Umemoto, 2006, p.218). Así, el diagrama se configura como una imagen vectorial abstracta, que no contiene datos numéricos, sino estrictamente relacionales y cualificados por medio de diferencias de potencial entre puntos. Este paisaje vectorial se estructura en torno a situaciones de continuidad y discontinuidad, máximos y mínimos, singularidades e inflexiones (Cache, 1995, pp.11-12 y pp.16-17), con capacidad para hacer emerger instancias formales muy diversas en función de



4



5

la materialidad y la escala del ámbito sobre el que se aplican.

3. Al estar animado por flujos materiales y temporales, y dirigido por diferencias de intensidad (que organizan los procesos mediante los cuales se produce la forma actual 2), un diagrama generativo tiene un funcionamiento dinámico continuo, en estado de producción permanente. Como tal, da lugar a una multiplicidad de resultados repetidamente diferenciados, que reflejan la distribución virtual del

paisaje vectorial de intensidades, así como nuestra intervención como diseñadores sobre dicho paisaje de relaciones mediante la aplicación selectiva de mutaciones, pliegues y conexiones locales. Esta productividad combinatoria hace que un diagrama generativo engendre una síntesis formal paulatina de la forma, que se va definiendo en el marco de una comunidad reproductiva de cierto tamaño. (De Landa, 2001). El diseño del ámbito relacional del diagrama, la elección del sustrato

4 y 5. UNStudio (Ben Van Berkel y Caroline Bos), 1999. Diagramas del proyecto IFFCA, New York

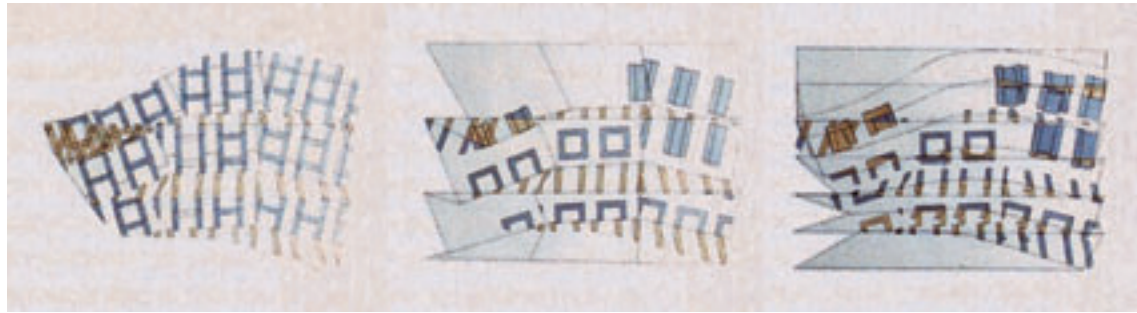
4 and 5. UNStudio (Ben Van Berkel and Caroline Bos), 1999. Diagrams of the IFFCA project, New York

while different sets of metric dimensions are incorporated. As a result, a multiplicity of material instances can emerge out of a single topologic diagram (Reiser and Umemoto, 2006, p.116). According to this, we can argue that any topologic diagram is always 'virtual' in the sense that it is an abstract, formative principle which, nevertheless, is fully real insofar it occupies the same ontological level as its products.

- The generative process triggered by diagrams acquires metric qualities such as scale and size once it is applied to specific material organisations. However, the unfolding of this process is actually governed by non-metric factors called 'gradients'. The notion of gradient refers to the difference in levels of intensity between a series of points, which articulate the topologic (relational) form of the diagram itself. (Reiser and Umemoto, 2006, p.218). Therefore, diagrams can be characterised as abstract vector fields that contain no numeric data, but rather a landscape of connective relationships that is further qualified by the differences of potential between its points. Consequently, the structure of this vector field is defined by continuities and discontinuities, maxima and minima, and singularities and inflections (Cache, 1995, pp.11-12 and pp.16-17). This structure allows for the emergence of very diverse formal instances, depending on the materiality and the scale of the substrate in which they operate.

- Diagrams are animated by both material and temporal flows, expressed as differences of intensity that organise processes which, in turn, yield 'actual' forms 2. A generative diagram operates in a dynamic, continuous state of permanent production. As such, it yields a multiplicity of results, characterised by their repetitive differentiation. Considered as a whole, these results reflect both the virtual distribution of the vector landscape of intensities and our interventions into it, which would be based on the strategic application of mutations, folds and local connections. This combinatory productivity allows any generative diagram to progressively give rise to a formal synthesis, organised as a reproductive community of a certain size. (De Landa, 2001). Within this context, our roles as topologic designers are the relational organisation of the diagram, the selection of the material substrate in which it is going to operate, the selective filtering of the population of instances to be generated, and the strategic insertion of local mutations and relational folds into the diagrammatic process.

6. Eisenman Architects. Rebstockpark Masterplan.
Proceso gráfico diagramático de plegado
7. Eisenman Architects. Rebstockpark Masterplan.
Acción del diagrama de plegado sobre un volumen
construido
8. Eisenman Architects. Rebstockpark Masterplan.
Acción del diagrama gráfico de plegado sobre el sitio
6. Eisenman Architects. Rebstockpark Masterplan.
Diagrammatic process of graphic folding
7. Eisenman Architects. Rebstockpark Masterplan.
The folding diagram applied to building massing
8. Eisenman Architects. Rebstockpark Masterplan.
The folding diagram applied to the site



6

Further to this characterisation, we can also identify three important aspects in any diagrammatic practise within the field of architecture:

- For Van Berkel and Bos (1999) diagrammatic techniques *introduce into a work qualities that are unspoken, disconnected from an ideal or an ideology, random, intuitive, subjective, not bound to a linear logic*. The act of designing can easily drift towards the use of existing typologies, in which the relationship between idea and form is already fixed. Against this possibility, diagrams provide an additional formal input with structural capabilities, which can steer the result of the process away from the purely representative and the signifying. In tune with this, Eisenman (1999) has emphasised the role of the diagram as an instrument of resistance to the signifying logics of architecture. For Eisenmann, diagrams help us destabilise the productive discourse of our discipline by breaking the linear relationship between form and function (or form and meaning) that is traditionally established as part of the construction of typological thinking.
- Diagrammatic techniques facilitate the separation between the design and the designer. As a result of this, designs can no longer be considered as finished products emerging out of the exhaustion of a linear process. The multiple processes of synthesis that constitute the act of designing are taken away from the designer, who in turn focuses on creatively controlling the interactions between selected realms of topology and matter.
- In terms of the methodological approach to the insertion of diagrammatic operations into the design process, it is critical to implement them before any typological organisation becomes the main genus of the formal structure (Van Berkel and Bos, 1999). Both Van Berkel and Bos (ibid.) and Spuyboek (2010, pp.270-281) have identified two stages in the implementation of diagrams. The first stage is one of 'contraction-convergence', in which relevant information is selected, graphically compressed and organised as a virtual machine. The second stage is one of 'expansion-divergence' (or, for Van Berkel and

material sobre el que éste se desplegará, el filtrado intencional de la población de instancias generadas, así como la aplicación selectiva de mutaciones locales y pliegues relacionales sobre el propio diagrama, se convierten en la tarea del proyectista topológico.

Estas tres cualidades permiten enunciar con más claridad las consecuencias más relevantes de lo que podríamos denominar una "práctica arquitectónica diagramática":

1. Para Van Berkel y Bos (1999), una técnica diagramática *introduce en el proyecto cualidades no verbalizadas, desconectadas de ideales o ideologías, aleatorias, intuitivas, subjetivas y no lineales*. Ante la posibilidad de que el acto de proyectar se dirija sistemáticamente hacia un catálogo de tipologías existentes, en las que la relación entre idea y forma queda fijada, el diagrama introduce un aporte formal estructurante que aparta el resultado de lo puramente representativo o significativo. En este sentido, Eisenman (1999) enfatiza el carácter del diagrama como un medio de resistencia ante lo que la arquitectura tiene de signo. Para Eisenman, el diagrama contribuye a desestabilizar el discurso productivo de la disciplina, y a romper la relación directa que este discurso establece entre forma y función o significado (relación que constituye la base del pensamiento tipológico).

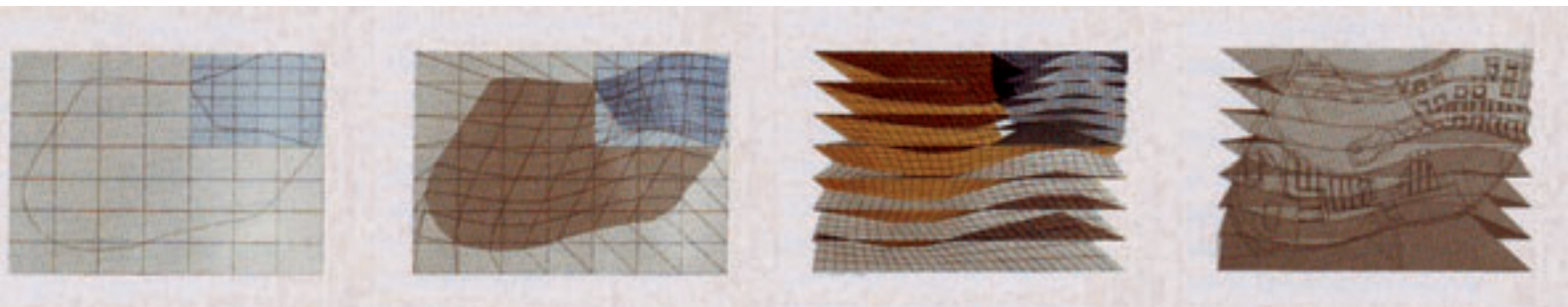
2. Las técnicas diagramáticas establecen una relación de distanciamiento dinámico entre el proyecto y su proyectista. El proyecto pierde su condición de producto finalista (equi-

valente a la terminación de un proceso lineal de pensamiento) mientras que el proyectista traslada fuera de sí los diferentes procesos de síntesis que constituyen el proyectar, para concentrar su actividad en el control creativo de las familias de interacciones que surgen entre ámbitos seleccionados de topología y materia.

3. Con respecto a la metodología de inserción de operaciones diagramáticas en el marco del proceso de proyecto, resulta clave su implementación antes de que una organización tipológica concreta se convierta en el principal sistema formal estructurante (Van Berkel y Bos (1999). Tanto Van Berkel y Bos (ibid.) como Spuyboek (2010, pp.270-281) coinciden, además, en señalar dos fases diferenciadas en la implementación del diagrama. Por un lado, existe una primera fase de "contracción-convergencia" en la que la información relevante se selecciona, se grafía (y por lo tanto se comprime) y se organiza como una máquina virtual. Posteriormente se desarrolla una fase de "expansión-divergencia" (o de aplicación y operación según Van Berkel y Bos) en el que el diagrama se conecta (o más bien se ensambla) con la mecánica formativa del proyecto de tal modo que adquiere capacidades generativas en el ámbito del mismo.

Operaciones diagramáticas sobre la gran escala

A continuación se analizan tres ejemplos paradigmáticos en lo que respec-



ta a la articulación gráfica de estrategias de proyecto a gran escala en torno a diagramas topológicos. Sus autores pertenecen a tres marcos generacionales consecutivos que, conjuntamente, abarcan la segunda mitad del siglo xx y los comienzos del siglo xxi, un periodo coincidente con profundas transformaciones tecnológicas en los medios y herramientas de producción arquitectónica.

Dentro de este marco temporal los autores de los proyectos analizados han destacado por su contribución al desarrollo de metodologías proyectuales que incorporaran dichas transformaciones, especialmente en lo que respecta a la creciente capacidad de control de los procesos gráficos complejos que tienen lugar en las fases de contracción y ensamblaje de cualquier diagrama generativo. Asimismo, los

proyectos analizados a continuación destacan por constituir el primer esfuerzo pormenorizado de sus respectivos autores por aplicar sus respectivas metodologías diagramáticas a la intervención sobre la escala urbana.

Debido al carácter estrictamente no dimensional de la noción de diagrama esbozada en este artículo, se considera oportuno clasificar los ejemplos aquí presentados en base a la pertenencia de sus respectivos diagramas organizativos a tres familias topológicas diferenciadas: diagrama de pliegue, diagrama de bucle y diagrama de conectividad.

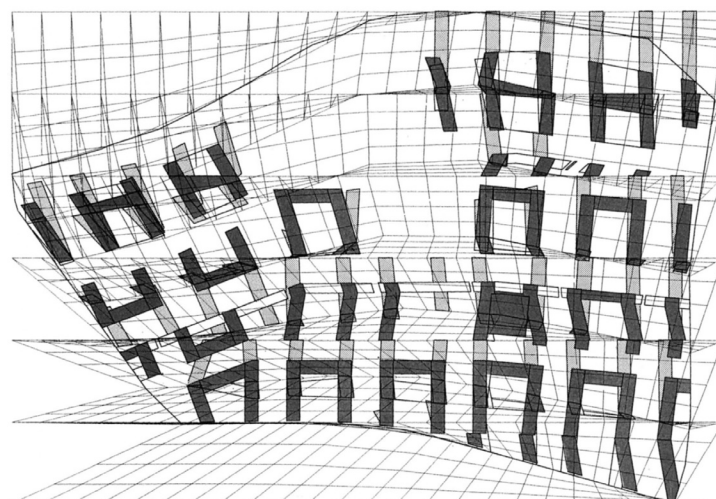
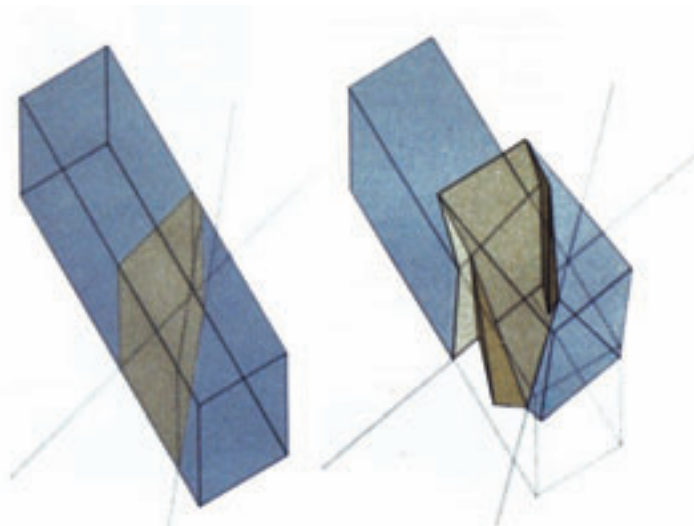
Diagrama de Pliegue. Peter Eisenman. Rebstock Park Masterplan, Frankfurt. 1990

El proyecto de Eisenman se plantea como una actualización del modelo urbano de *Siedlung*, que reconsidera

Bos, application and operation), in which the diagram is assembled into the formative mechanism of the design, therefore acquiring generative capabilities within its context.

Large-scale diagrammatic operations

This paper has identified three architectural projects that can be considered as paradigmatic in regards to the graphic articulation of large-scale design strategies based on topologic diagrams. Their authors respectively belong to three consecutive generations, spanning the second half of the 20th century and the beginning of the 21st—a period in which the tools of architectural production were substantially transformed by the evolution of digital technologies—. The authors of these three projects have also contributed significantly to the development of design methodologies in which digital technologies are incorporated explicitly, particularly in regards to the complex graphic processes that take place during the stages of contraction and assembly. Moreover, all three projects constitute the first instances in which their



authors implemented diagrammatic methodologies into the design of urban-scale interventions. Since the notion of diagram being put forward in this paper is characterised by its lack of dimensional traits, the three projects presented below have been classified according to topologic families: diagrams of folding, looping diagrams and connectivity diagrams.

Folding Diagram. Peter Eisenman. Rebstock Park Masterplan, Frankfurt. 1990

Eisenman's project was introduced as an update of the *Siedlung* urban model by reconsidering its traditional articulation by means of the repetition of individual units. Eisenman was interested in maintaining the repetitiveness of the scheme while incorporating a certain degree of singularity, which he understood as the ability of each repeated unit to differentiate itself from the rest. The means for incorporating this condition of singularity was a topologic diagram of folding. (Eisenman 1993). This diagram was associated to the street level, and emerged from the operation of compressing the Mercator grid quadrant in which the urban intervention was inserted. This graphic operation, initially developed in two dimensions, was then transposed to three dimensions by applying it to the formerly orthogonal massing of the building grid, transmitting the distortions and displacements of the folding diagram. As a result of this, a number of volumetric strips of intersection and recombination emerged, originating a transformed landscape of repeated elements in continuous variation. This new set of elements fostered new spatial and relational readings, both in regards to each other and in terms of their insertion within the existing urban landscape.

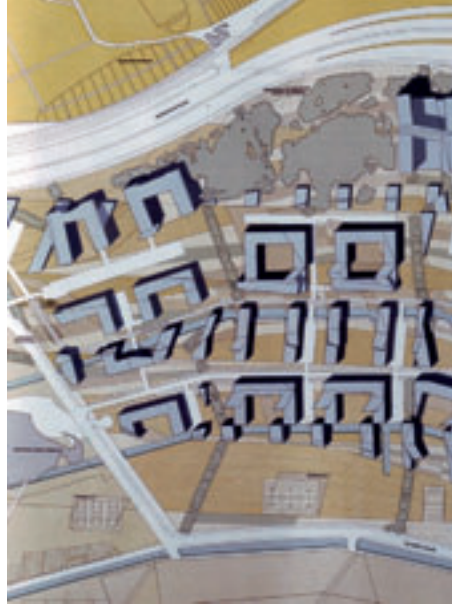
Looping Diagram. Foreign Office Architects. International Port Terminal, Yokohama. 1995-2002

FOA's project undertook the development of an interface for organising the complex network of transportation routes, logistic requirements and international boundaries that characterises any seaport district. Additionally, the project provided an extension to Yokohama's existing network of urban public spaces.

FOA's design was thus mainly concerned with programmatic organisation—a critical issue due

9 y 10. Eisenman Architects. Rebstockpark Masterplan. Planta y maqueta volumétrica final

9 and 10. Eisenman Architects. Rebstockpark Masterplan. Final plan and volumetric model



9



10

11. Foreign Office Architects. Yokohama Port Terminal. Diagrama de bucles entrelazados

12. Foreign Office Architects. Yokohama Port Terminal. Topografía de planta de cubierta, propuesta de concurso

13. Foreign Office Architects. Yokohama Port Terminal. Espacio topológico continuo. Imagen de concurso

14. Foreign Office Architects. Yokohama Port Terminal. Despliegue del diagrama de flujos sobre la sección. Imagen de estadio intermedio del proyecto

11. Foreign Office Architects. Yokohama Port Terminal. Diagram of interlaced loops

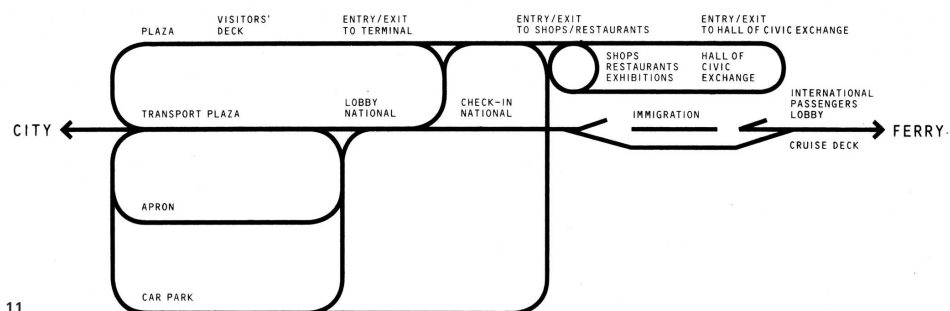
12. Foreign Office Architects. Yokohama Port Terminal. Competition entry. Topography of the roof plan

13. Foreign Office Architects. Yokohama Port Terminal. Competition entry. Continuous topologic space

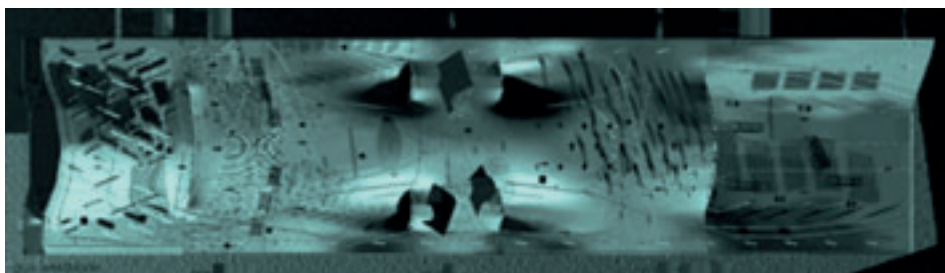
14. Foreign Office Architects. Yokohama Port Terminal. Design development stage. Transposition of flow diagram into the building section

la articulación del mismo en torno a la repetición de unidades individuales. Eisenman se interesa por la introducción en el esquema repetitivo de cierto grado de singularidad, entendida como la capacidad de cada elemento de una copia múltiple de diferenciarse globalmente de los demás. El medio para aportar esta condición de singularidad es, en este caso, el empleo de un diagrama topológico de pliegue. (Eisenman, 1993).

Este diagrama topológico, que se asimila al plano del suelo, adquiere su estructura de relaciones como resultado de comprimir el cuadrante de la malla de Mercator correspondiente al ámbito de actuación dentro del ámbito definido por el perímetro específico del sitio. Este plegado gráfico en el ámbito bidimensional se traslada a las tres dimensiones al operar sobre una malla inicialmente ortogonal de edificaciones. Ésta malla se desplaza y se deforma por efecto de la distorsión generada por el diagrama de plegado, dando lugar a múltiples bandas de intersección y recombinación entre los volúmenes que la pueblan. Ello origina un paisaje transformado de elementos repetidos pero en variación continua que, además, revelan nuevas lecturas espaciales y relacionales entre ellos, y también con respecto al ámbito urbano en el que se inserta la intervención.



11



12



13

to the complex connective requirements of the spatial realms involved in the intervention-. In tune with this, the operational tool of choice was a flow diagram that condensed the functional allocations of each spatial unit, as well as their mutual relationships of communication, continuity and discontinuity. The topologic form of this diagram was one of interlaced loops, in which programmatic areas were not explicitly marked off, but rather deployed as an endless conveyor belt. This created a landscape of functional gradients or, in the terms used by this paper, a series of differences of potential between functional points. Since the main objective was facilitating a continuous flow between related areas, the topologic system was transposed into the longitudinal section of a base volume composed of stacked rectangular slabs occupying the full area of the site. These slabs were then deformed locally until they yielded the desired programmatic and relational scheme. The diagram was thus applied to a plastic material substrate, therefore transforming its graphic, linear, bi-dimensional organisation into a tri-dimensional continuous surface. During this process, a series of openings, connections, folds and areas of continuity between different levels emerged, articulating the signature image of the project.

Connectivity Diagram. Zaha Hadid Architects. Kartal-Pendik Masterplan, Estambul. 2006

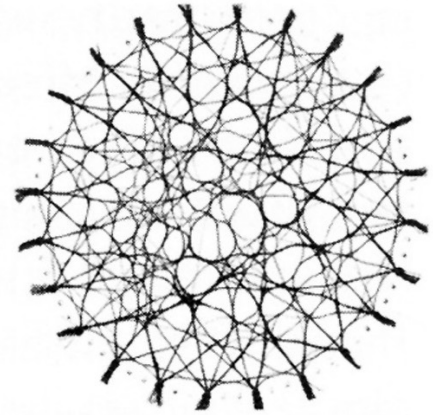
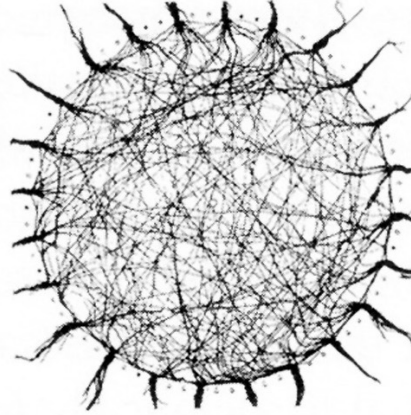
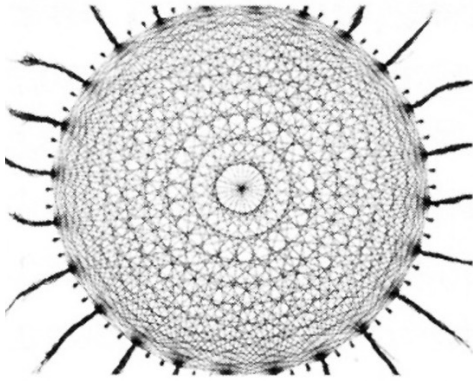
Zaha Hadid's project tackled the redevelopment of a large, derelict industrial area, connected to the sea and located in the eastern side of Istanbul. The area was a realm of confluence of large port, rail



14

15. Frei Otto et al. Modelo generativo de fibras de lana. Fases de aplicación (sistema inicial, prolongación de fibras y modelo auto-organizado)

15. Frei Otto et al. Generative model of wool fibres. Deployment stages: initial system, sagging of fibres and self-organised model



15

and road infrastructures, which were laid out as individual, isolated fragments. Hence the aim of the design process was providing an integrated system of optimised connectivity.

The working diagram used a generative principle that had been originally envisioned by Frei Otto at the Institute for Lightweight Structures in Stuttgart – a sort of ‘analogic computer’ – (Spuybroek, 2008, pp.132-135). The system was based on a series of connections between fixed points, represented by wool threads. In the original model, each thread had a certain amount of additional sag. As a consequence, submerging and drying the physical model forced the threads to reorganise themselves, using the extra sag and their connective properties to create thicker threads which represented routes of confluence. This diagram of material organisation would therefore optimise the number of connections, the global length of the system, and the size and position of the gaps between connective lines.

In the project for Kartal-Pendik, the aforementioned diagram was used to lay out the connective tissue of road infrastructures. The topologic system was structured by a series of rules of attraction between connection curves, which were digitally simulated by means of an animation timeline. The resulting diagram of attraction and time gave rise to a self-organised process of confluence of formerly isolated routes. The output of this process was a hybrid formal system that oscillated between a non-orthogonal grid and a series of rounded gaps forming an interstitial network. As an additional step, the curvatures, inflections and varying degrees of confluence were used as inputs to qualify and characterise the proposed building massing.

Diagrama de Bucle. Foreign Office Architects. International Port Terminal, Yokohama. 1995-2002

El proyecto de FOA aborda la creación de una interfase que articula la compleja red de relaciones de transporte, logística y ámbitos fronterizos que caracteriza cualquier encuentro entre una ciudad y su puerto. Además, el proyecto aporta al conjunto una generosa extensión de espacio público urbano.

Por este motivo, las principales preocupaciones del proyecto corresponden a su organización programática, que plantea situaciones muy complejas de conexión múltiple entre ámbitos espaciales. En este caso el medio operativo de trabajo es un diagrama de flujos que recoge la información funcional de los diferentes ámbitos a implementar, así como las relaciones de comunicación, continuidad y discontinuidad entre dichos ámbitos. La forma topológica de este diagrama adopta una estructura de bucles entrelazados, en la que los ámbitos programáticos no aparecen claramente delimitados, sino desplegados sobre una suerte de cinta sin fin, un paisaje de gradientes funcionales o, dicho de

otro modo, de diferencias de potencial entre funciones.

Con el objetivo de constituir un espacio con un alto grado de continuidad entre ámbitos relacionados, el sistema topológico de bucles se despliega sobre las sucesivas secciones longitudinales de un volumen compuesto por varias superficies rectangulares del tamaño de la parcela, situadas a distintas cotas de altura, que se van deformando localmente hasta responder al esquema programático y relacional deseado. Así, el diagrama, aplicado sobre un ámbito material con propiedades plásticas, transforma la organización lineal y bidimensional de su propia expresión gráfica en una organización superficial y tridimensional, estableciendo aperturas, conexiones, pliegues y ámbitos de continuidad entre superficies situadas a distintos niveles.

Diagrama de Conectividad. Zaha Hadid Architects. Kartal-Pendik Masterplan, Estambul. 2006

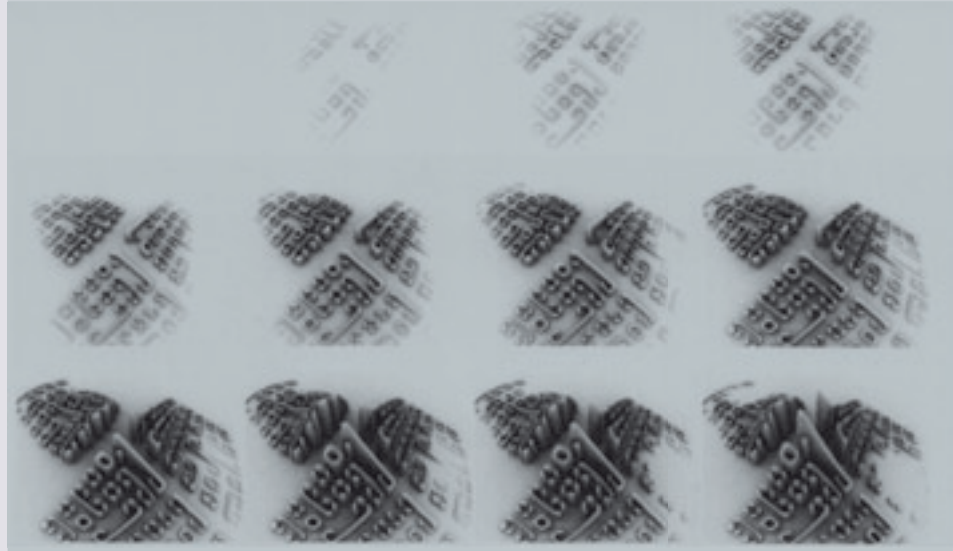
El proyecto de Zaha Hadid Architects acomete la recuperación de un área industrial de gran tamaño en desuso, situada en la zona este de Estambul y



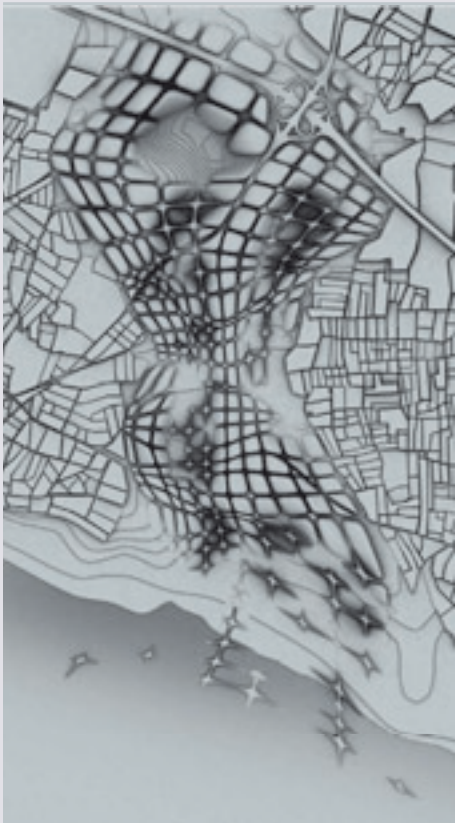
16

16. Zaha Hadid Architects. Kartal-Pendik Masterplan. Diagrama generativo de conectividades tras auto-organización
 17. Zaha Hadid Architects. Kartal-Pendik Masterplan. Planta de la propuesta
 18. Zaha Hadid Architects. Kartal-Pendik Masterplan. Animación. Emergencia del tejido construido
 19. Zaha Hadid Architects. Kartal-Pendik Masterplan. Imagen de la propuesta

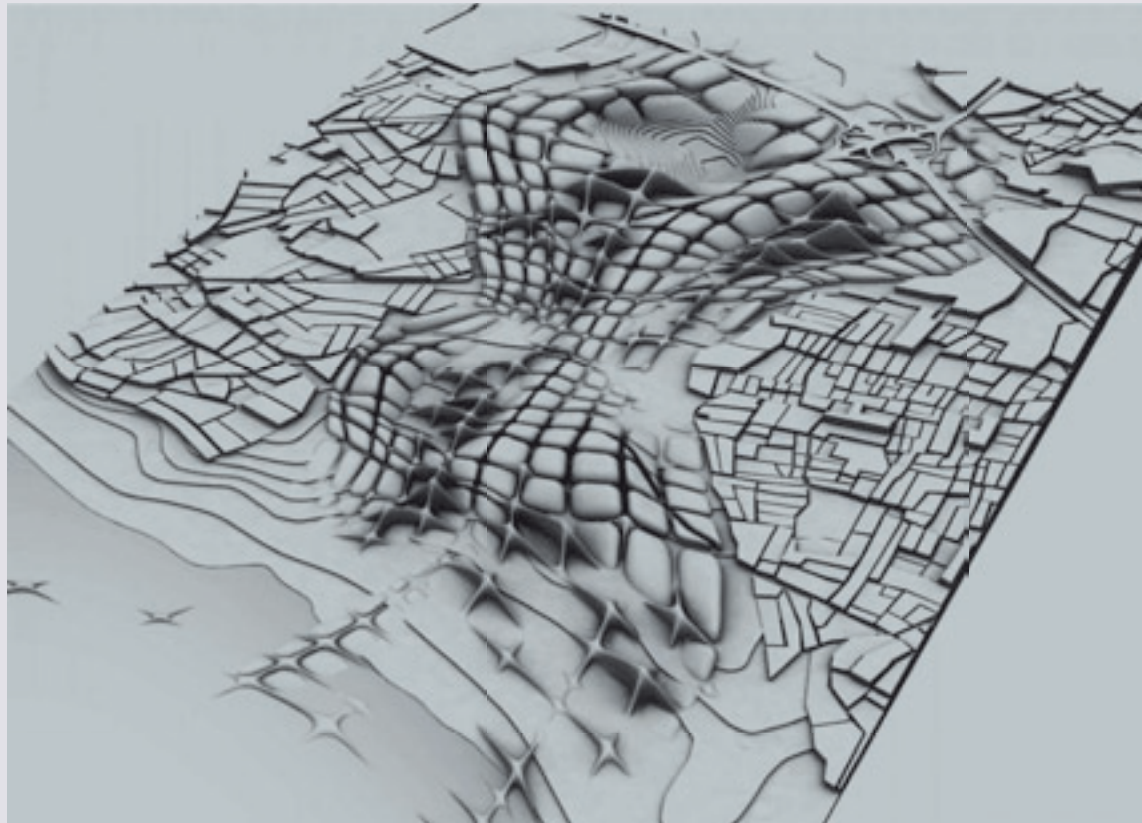
16. Zaha Hadid Architects. Kartal-Pendik Masterplan. Generative diagram of connections after self-organisation
 17. Zaha Hadid Architects. Kartal-Pendik Masterplan. Masterplan layout
 18. Zaha Hadid Architects. Kartal-Pendik Masterplan. Animation: emergence of built masses
 19. Zaha Hadid Architects. Kartal-Pendik Masterplan. Image of proposal



18



17



19



Conclusions

- A diagram does not generate form by itself, but rather allows us to formally organise a given substrate. Therefore the methodological efforts of a diagrammatic practice should be focused on facilitating a relevant assembly of diagram and material substrate.
- There is no formal resemblance between a generative architectural diagram and any design output it may contribute to produce. There is, however, a relationship of analogy between their respective relational configurations (continuities, discontinuities, connections and boundaries). This aspect is often a source of confusion when designing via graphic methodologies as the ones being analysed in this paper, for the symbolic representation of the diagram often affects (without any justification) the formal structure of its architectural output.
- Whereas a diagram is not a formal structure, the projective strategies it contributes to develop have the potential to structure urban or architectural form. However, the fact that a multiplicity of formally differentiated instances can emerge out of one single diagram undermines the ideas of certainty and absolute scientific objectivity that are often associated with design methodologies such as the ones presented in this paper.
- In tune with this, large-scale, contemporary diagrammatic practices detach themselves from previous historical endeavours ³ by giving up the search for ideal urban forms –often generated from scratch–. The projects presented in this paper constitute, in fact, substantial endeavours to work within the existing urban fabric. Hence they emphasize the incorporation of solicitations, tendencies and boundary conditions of non-quantifiable nature into the design process, therefore recognising their importance for the successful assembly of contemporary urban conditions.
- Any architectural diagram with generative capabilities –especially if it operates at the scale of the urban development– must necessarily incorporate only a modest number of variables and procedures. The reason for this is that its interactions with any material substrate can potentially give rise to very complex situations, which in turn may displace the legibility of the design output from the qualified (and perceived as a complex organisation) into the non-qualified (perceived as a random organisation). ■

con salida directa al mar. En la zona confluye un número considerable de infraestructuras portuarias, ferroviarias y de transporte rodado, que constituyen múltiples líneas de conexión circulatoria de forma fragmentada, individual y aislada. Por ello, los esfuerzos del proyecto se concentran en concebir un sistema integrado de conectividad optimizada.

El diagrama de trabajo emplea un principio organizativo anteriormente explorado por Frei Otto en el Instituto de Estructuras Ligeras de Stuttgart, a modo de “computador analógico”. (Spuybroek, 2008. pp.132-135). El sistema parte de un esquema de conexiones entre puntos con todas sus posibles intersecciones, representado mediante un modelo de hilos de lana. En el modelo original, cada tramo de hilo recibía un porcentaje adicional de longitud sobrante. Posteriormente, el modelo se mojaba y dejaba secar, de modo que las fibras se reorganizaban gracias a su longitud extra y a sus propiedades cohesivas, formando uniones de fibras más gruesas que configuraban rutas confluyentes. Este diagrama de organización material optimiza el número de encuentros, la longitud global del sistema y el tamaño y posición de los huecos entre líneas de conexión.

En el caso del proyecto de Kartal-Pendik, este diagrama se aplica sobre el conjunto de conexiones viarias que se desea establecer. El diagrama topológico contiene, en este caso, un sistema de reglas de atracción entre líneas de unión que se despliega, por medio de simulaciones digitales, a lo largo de una línea dimensional temporal. Este diagrama atracción-tiempo desencadena un proceso de emergencia de rutas confluyentes autoorganizadas. El resultado es un sis-

tema formal híbrido, que oscila entre una malla no ortogonal y un tejido con intersticios redondeados, cuya curvatura, inflexiones y grados de confluencia se emplean además como variables para cualificar y caracterizar los volúmenes edificados.

Conclusiones

- Comoquiera que un diagrama no produce forma por sí mismo, sino que permite organizar formalmente un determinado medio. Por tanto el esfuerzo metodológico que implica su utilización debe focalizarse en la organización de un acoplamiento relevante entre dicho diagrama y su sustrato material de actuación.
- De acuerdo con lo anterior no existe una relación de parecido formal entre un diagrama arquitectónico generativo y el proyecto que contribuye a engendrar. Sólo existe una relación de analogía entre sus respectivas configuraciones relacionales (continuidades, discontinuidades, conexiones o bordes). Este aspecto constituye una muy frecuente fuente de confusión a la hora de abordar el proyecto mediante metodologías gráficas como las que aquí se describen. La representación gráfica simbólica del diagrama a menudo impregna, sin justificación alguna, la estructura formal del resultado arquitectónico.
- Si bien un diagrama no es un elemento formal, las estrategias proyectuales que potencialmente contribuye a desplegar sí son eminentemente estructurantes de la forma urbana o arquitectónica. En este sentido, la multiplicidad de instancias formalmente diferenciadas que pueden emanar de un único diagrama inicial diluyen las pretensiones de certidumbre y absoluta objetividad científica que, errónea-



mente, se han asociado a menudo con metodologías como las expuestas en este artículo. Antes al contrario, el interés de estas prácticas diagramáticas contemporáneas parece residir en la introducción de situaciones relacionales inesperadas y de carácter abierto en el proceso de proyecto.

- En este sentido, las prácticas diagramáticas contemporáneas de gran escala se distinguen del muy amplio bagaje de experiencias históricas anteriores ³ en su renuncia a la búsqueda de formas urbanas ideales, a menudo generadas ex novo. El esfuerzo de los ejemplos aquí presentados se dirige, más bien, a la intervención en la trama urbana existente, con especial énfasis en la incorporación al marco proyectual de solicitaciones, tendencias o condiciones de contorno no necesariamente objetivas o cuantificables, pero sí muy valiosas a la hora de ensamblar con éxito la trama urbana contemporánea.

- Un diagrama arquitectónico con cualidades generativas debe ser, en particular en lo que respecta a la gran escala, necesariamente contenido en el número de variables y procedimientos que maneja. Esto se debe a que sus interacciones con cualquier sustrato material hacen emerger situaciones de gran complejidad con mucha velocidad, lo que puede desplazar la legibilidad del resultado final desde lo aprehensible y cualificado como organización compleja a lo no cualificado por completamente aleatorio. ■

Notas

1 / En el texto de Solomon, la terminología empleada es diferente: “diagrama” como una abstracción destinada a la mera representación de una realidad compleja, y “modelo” como una abstracción que simultáneamente representaría y generaría una realidad compleja. Desde el punto de vista de este artículo, y en aras de mantener cierta coherencia terminológica, se ha decidido denominar “diagrama” a

la abstracción con capacidad generativa, e introducir el término “mapa” como instrumento puramente representacional.

2 / Aquí se emplea el término *actual* como contraposición a *virtual*. Es importante resaltar que estos dos términos, en contraposición con otras dualidades como *idea-forma* o *real-no real*, tienen el mismo nivel ontológico. Esto es, ni lo virtual es “menos real” que lo actual, ni lo actual emana de lo virtual. Se trata más bien de dos caras del mismo plano de existencia. Para una discusión más amplia de estos aspectos se recomienda consultar los capítulos “The mathematics of the virtual” y “The actualization of the virtual in space” en De Landa, Manuel., 2002. *Intensive Science and Virtual Philosophy*. New York: Continuum.

3 / Sin intención de resultar exhaustivos, podemos recordar la planificación urbanística del imperio romano, las múltiples “ciudades ideales” renacentistas o las aproximaciones científicas a la forma del tejido urbano propias de la época ilustrada.

Referencias

- CACHE, B., 1995. *Earth Moves. The furnishing of territories*. Cambridge: MIT Press.
- DELEUZE, G., GUATTARI, F., 2004. *Mil Mesetas. Capitalismo y Esquizofrenia*. Valencia: Pre-textos.
- EISENMAN, P., 1993. Folding in time. The singularity of Rebstockpark. *Architectural Design*, Vol. 63, No 3/4, pp.38-41.
- EISENMAN, P., 1999. The diagram and the becoming unmotivated of the sign. En: Garcia, M., ed. 2010. *The Diagrams of Architecture*. London: John Wiley & Sons. pp.205-213.
- KWINTER, S., 2002. *Architectures of time. Toward a theory of the Event in Modernist Culture*. Cambridge: MIT Press.
- DE LANDA, M., 2001. *Deleuze and the genetic algorithm in Architecture*. [online]. Disponible en: <<http://www.cddc.vt.edu/host/delanda/pages/algorithm.htm>> [Acceso 28 Octubre 2012]
- DE LANDA, M., 2010. *Deleuze, history and science*. New York: Atropos Press.
- REISER, J., UMEMOTO, N., 2006, *Atlas of Novel Tectonics*. New York: Princeton Architectural Press.
- SOLOMON, J., 2007, Seeing the cities from the trees, En: Abruzzo, E., ed., Ellingsen, E., ed., Solomon, J.D., ed., 2007, *Models*. New York: 306090, Inc,
- SPUIBROEK, L., 2010. NOX Diagrams, En: Garcia, M., ed. 2010. *The Diagrams of Architecture*. London: John Wiley & Sons. pp.270-281.
- SPUIBROEK, L., 2008, *The Architecture of Continuity*, Róterdam: V2_Publishing.
- VAN BERKEL, B., BOS, C., 1999, Diagrams, En: Garcia, M., ed. 2010. *The Diagrams of Architecture*. London: John Wiley & Sons. pp.222-227.

Notes

1 / Solomon's paper uses a different terminology. In his text, 'diagrams' correspond to simple representations of a complex reality, whereas the term 'model' corresponds to the kind of abstracting operation that simultaneously represents and generates a complex reality. My paper attempts to keep a maximum degree of terminological consistency between various references, and hence I have decided to use the term 'diagram' when referring to abstracting tools with generative capabilities, and the term 'maps' when referring to purely representational instruments.

2 / The term *actual* is used here in contraposition to the term *virtual*. It must be noted that -unlike other dualities like *idea-form* or *real-not real*- the virtual and the actual belong to the same ontological level. In other words, neither the virtual is not 'less real' than the actual, nor does the actual emanate from the virtual. We can rather consider the virtual and the actual as two sides of the same plane of existence. A more complete discussion on these terms can be found in the chapters 'The mathematics of the virtual' and 'The actualization of the virtual in space' in De Landa, Manuel., 2002. *Intensive Science and Virtual Philosophy*. New York: Continuum.

3 / Without attempting to be exhaustive, we can refer to examples such as the urban planning practices of the Roman Empire, the 'ideal cities' envisioned during the Renaissance, or the scientific approaches to the formalisation of the urban fabric that characterised the Enlightenment period.

References

- CACHE, B., 1995. *Earth Moves. The furnishing of territories*. Cambridge: MIT Press.
- DELEUZE, G., GUATTARI, F., 2004. *Mil Mesetas. Capitalismo y Esquizofrenia*. Valencia: Pre-textos.
- EISENMAN, P., 1993. Folding in time. The singularity of Rebstockpark. *Architectural Design*, Vol. 63, No 3/4, pp.38-41.
- EISENMAN, P., 1999. The diagram and the becoming unmotivated of the sign. In: Garcia, M., ed. 2010. *The Diagrams of Architecture*. London: John Wiley & Sons. pp.205-213.
- KWINTER, S., 2002. *Architectures of time. Toward a theory of the Event in Modernist Culture*. Cambridge: MIT Press.
- DE LANDA, M., 2001. *Deleuze and the genetic algorithm in Architecture*. [online]. Available at: <<http://www.cddc.vt.edu/host/delanda/pages/algorithm.htm>> [Accessed 28 October 2012]
- DE LANDA, M., 2010. *Deleuze, history and science*. New York: Atropos Press.
- REISER, J., UMEMOTO, N., 2006, *Atlas of Novel Tectonics*. New York: Princeton Architectural Press.
- SOLOMON, J., 2007, Seeing the cities from the trees, In: Abruzzo, E., ed., Ellingsen, E., ed., Solomon, J.D., ed., 2007, *Models*. New York: 306090, Inc,
- SPUIBROEK, L., 2010. NOX Diagrams, In: Garcia, M., ed. 2010. *The Diagrams of Architecture*. London: John Wiley & Sons. pp.270-281.
- SPUIBROEK, L., 2008, *The Architecture of Continuity*, Róterdam: V2_Publishing.
- VAN BERKEL, B., BOS, C., 1999, Diagrams, In: Garcia, M., ed. 2010. *The Diagrams of Architecture*. London: John Wiley & Sons. pp.222-227.